



Die Krystallformen einiger Kampferderivate.

Von dem **c. M. V. Ritter v. Zepharovich.**

(Mit 3 Tafeln und 4 Holzschnitten.)

Bei seinen Studien über die Verbindungen der Kampfergruppe¹ erhielt Herr Dr. J. Kachler mehrere wohl krystallisirte Substanzen, welche mir von demselben zur Untersuchung übergeben wurden. Es sind die folgenden:

1. Kampfersäure-Anhydrit . . . $C_{10}H_{14}O_3$.
2. Kampfersäure $C_{10}H_{16}O_4$.
3. Oxykamphoronsäure $C_9H_{12}O_6 + H_2O$.
4. Indifferente Verbindung . . $C_9H_{12}O_2$.
5. Hydro-Oxykamphoronsäure $C_9H_{14}O_6$.
6. Pimelinsäure $C_7H_{12}O_4$.
7. Sulphokamphylsäure . . . $C_9H_{16}SO_6 + 2H_2O$.
8. Sulphokamphylsaures Blei $C_{18}H_{30}PbS_2O_{12} + 4H_2O$.

Bei der Darstellung dieser Verbindungen war Dr. Kachler von dem gewöhnlichen rechts drehenden Laurineenkampfer ausgegangen. Die Krystalle der Verbindungen 2—7 sind monoklin und triklin, aber ungeachtet des differenten Krystallisations-Typus goniometrisch verwandt. Die Oxykamphoronsäure ist dimorph, in beiden Formen monoklin mit sehr ähnlichen zum Theile gleichen Flächenneigungen aber verschieden in optischer Beziehung und in der Spaltbarkeit; krystallographisch schliessen sich zunächst an, die Kampfersäure $C_{10}H_{16}O_4$ und die indifferente Verbindung $C_9H_{12}O_2$, welch' letztere in flächenarmen Combinationen auftretend, nur unvollständig bestimmt werden konnte, — es

¹ Diese Sitzber., 64. Bd., 2. Abth., S. 125 — Ann. d. Chem. u. Pharm. 169. Bd., S. 168. — Ber. d. deutsch. chem. Ges. z. Berlin, 1874, S. 1728.

folgen dann die trikline Hydro-Oxykamphoronsäure und die sich am meisten von den früheren entfernende Pimelinsäure.

Das Anhydrit der Kampfersäure krystallisirt rhombisch und ist daher morphologisch geschieden von der in chemischer Beziehung zunächst verwandten, monoklinen Kampfersäure; die Formen beider Säuren haben aber mehrere nahe an 60° liegende Kanten gemein. Die trikline Sulphokamphylsäure und das rhombische Bleisalz derselben stellen sich krystallographisch, wie chemisch abseits von den vorgenannten Substanzen.

So weit es möglich war, wurden die nachfolgenden krystallographischen Bestimmungen in optischer Beziehung controllirt und bin ich für die Durchführung der letzteren Untersuchungen, so wie für die Zeichnung der Krystallformen, Herrn Dr. K. V r b a zu besonderem Danke verpflichtet.

Kampfersäure-Anhydrit.



Krystallsystem r h o m b i s c h (Taf. I, Fig. 1.)

$$a : b : c = 0.9973 : 1 : 1.7170.$$

Beobachtete Formen:

$$\begin{array}{cccccc} a(100) & . & c(001) & . & q(011) & . & r(102) & . & r(101) \\ \infty P_{\infty} & & 0P & & P_{\infty} & & \frac{1}{2}P_{\infty} & & P_{\infty} \end{array}$$

Die Substanz lag mir in durch Sublimation gewonnenen, unmessbaren Härcchen vor, aus deren Lösung in Aceton Prof. Linnemann wasserhelle Kryställchen erhielt, die sich als sehr geeignet zu genauen Messungen erwiesen. Sie erscheinen, wenn die Richtung der optischen Bisseetrix als Verticalaxe angenommen wird, als makrodiagonale Säulehen oder Täfelchen bei vorwaltendem (100), welche seitlich durch (011) geschlossen sind; an den höchstens 5 Mm. langen Kryställchen treten die Flächen von (102) stets untergeordnet und unvollzählig auf. Im Vergleich zu den oft gut spiegelnden (100), (001) und (101) zeigten die sehr kleinen Flächen von (011) eine minder günstige Beschaffenheit. Aus der Lösung in Holzgeist krystallisirt die Säure in den gleichen Combinationen

Von Laurent wurden die Formen des Kampfersäure-Anhydrits bereits als rhombische, aber ohne Messungen angegeben¹.

Die Resultate meiner Bestimmungen an 18 Krystallen sind die folgenden:

	Berechnet	Gemessen		
		Mittel	Z	Grenzwerte
$a(100) : c(001)$	90° 0'	89° 59'	8	89° 54' — 90° 2'
$r(101) : a(100)$	30 9	30 8½	24	29 42 — 30 24
$c(001)$	—	59 51	29	59 36 — 60 22
$r'(101)$	119 42	119 37	2	119 31 — 119 43
$r(10\bar{1})$	60 18	60 14⅓	9	59 51 — 60 27
$c(00\bar{1})$	120 9	120 14	2	120 9 — 120 19
$\rho(102) : a(100)$	49 17	48 59	2	48 17 — 49 41
$c(001)$	40 43	40 42	6	40 0 — 41 25
$r(101)$	19 8	18 57	9	18 23 — 19 52
$r'(10\bar{1})$	100 34	100 45	5	99 38 — 101 24
$q(011) : c(001)$	—	59 47	14	59 24 — 60 1
$c(00\bar{1})$	120 13	120 13	2	120 4 — 120 23
$q'(0\bar{1}1)$	119 34	—	—	— — —
$q(01\bar{1})$	60 26	60 21	10	60 6 — 60 47

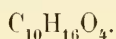
Aus den obigen Daten wäre die nahe Übereinstimmung der Kanten rc und qc hervorzuheben, wodurch die Formen sich tetragonalen anschliessen.

Die Ebene der optischen Axen ist parallel dem Makropinakoid und die Verticalaxe die Richtung der spitzen, negativen Bissectrix; der Winkel der optischen Axen ist für

	in Luft	in Öl
weisses Licht	30° 30'	20° —'
blaues „	30 20	19 40
rothes „	31 20	21 20

demnach $\rho > v$.

¹ Ann. Chim. Phys. 1836, 2 ser. V. 63, p. 207; Gmelin, Chem. 5. Aufl. 7. Bd., S. 410; die krystallogr. Daten beziehen sich nach Kachler auf das Anhydrit der Kampfersäure.

Kampfersäure.

Krystallsystem monoklin (Fig. 2, 3).

$$a : b : c = 0.6527 : 1 : 0.5475$$

$$ac(\alpha) = 69^\circ 6\frac{1}{2}'.$$

Die aus alkoholischer Lösung erhaltenen wasserhellen, stark glänzenden Kryställchen sind Combinationen der Formen:

$$c(001) \cdot b(010) \cdot p(110) \cdot 'o(\bar{1}11)$$

$${}_0P \quad \infty P_2 \infty \quad \infty P \quad P$$

In Fig. 2 ist der gewöhnliche Habitus der sechsseitigen Säulchen, welche — auch in den Kantenwinkeln — einer rhomboëdrischen Gestalt $R(c, 'o) \cdot \infty P_2(b, p)$ ähnlich sind, dargestellt; nicht selten erscheint eine Fläche von (010) übermässig ausgedehnt.

Krystalle von einer zweiten Darstellung stammend, welche sich durch das fehlende Klinopinakoid und geringe Entwicklung der Hemipyramide von den früheren unterschieden, waren zumeist zu Zwillingen vereinigt, von denen Fig. 3 ein Bild gibt. Zwillingensaxe ist eine Kante ep und berühren sich die beiden Individuen in einer Fläche von p ; die c -Flächen und je eine Fläche von $'o$ an beiden Krystallen sind parallel.

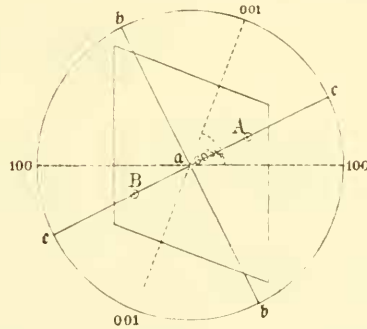
Die beiden letzteren für dieses Gesetz charakteristischen Umstände, liessen sich an den, ihrer convexen p -Flächen wegen, nicht messbaren Zwillingen, sicher constatiren, wobei die gute Spaltbarkeit nach $'o$ zu statten kam. In Fig. 3 erscheint der rückwärtige Krystall um seine Kante $001 : \bar{1}11$ um 180° gedreht.

Zu genauen Bestimmungen sind die Krystalle der Kampfersäure nicht geeignet, da (110) und (001) stets convex gekrümmt und nur ausnahmsweise von (010) und $(\bar{1}11)$ ebene, das Fadenzkreuz reflectirende Flächen auftreten. Die grössten Abweichungen der einzelnen Messungen an 18 Krystallen ergaben sich in der Prismenzone und erreichen bis $2\frac{3}{4}$ Grad für die Kanten $(110) : (010)$; für die als Grundwerthe der Rechnung angenommenen $(\bar{1}11) : (010)$, $(\bar{1}11) : (001)$ und $(110) : (001)$ betragen die Differenzen der einzelnen Beobachtungen $2\frac{1}{4}$, $2\frac{1}{3}$ und $1\frac{3}{4}$ Grad.

	Berechnet	Gemessen		
		Mittel	Z	Grenzwerte
$c(001): (100)$	$69^{\circ} 6'34''$	—	—	—
$b(010)$	$90 0 0$	$90^{\circ} 0'$	3	$89^{\circ}24' - 90^{\circ}32'$
$(\bar{1}01): (\bar{1}00)$	$62 42 2$	—	—	—
$c(001)$	$48 11 24$	—	—	—
$'p(\bar{1}10)$	$66 56 49$	—	—	—
$p(110): b(010)$	$58 37 36$	$58 21$	19	$57 5 - 59 52$
$c(001)$	—	$72 16\frac{1}{2}$	8	$71 16 - 72 56$
$p'(\bar{1}\bar{1}0)$	$62 44 48$	$63 31$	7	$62 52 - 64 23$
$'o(\bar{1}\bar{1}1): (\bar{1}00)$	$65 38 32$	—	—	—
$b(010)$	—	$64 3\frac{1}{2}$	29	$63 9 - 65 23$
$c(001)$	—	$53 10$	14	$52 30 - 54 49$
$(\bar{1}01)$	$25 56 30$	$26 5$	3	$24 30 - 27 30$
$'p(\bar{1}10)$	$54 33 30$	$54 51$	9	$53 21 - 55 22$
$'o'(\bar{1}\bar{1}1)$	$51 53 0$	$51 52$	11	$51 24 - 52 54$

Die Krystalle sind nach $(\bar{1}11)$ und (101) sehr vollkommen, nach (010) vollkommen spaltbar. Die Spaltflächen $(\bar{1}\bar{1}1)$ erscheinen faserig.

Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zur Symmetrie-Ebene; die erste Bissectrix (c) liegt in der Symmetrie-Ebene im stumpfen Axenwinkel ac ; die zweite Bissectrix fällt in die Orthodiagonale. Doppelbrechung schwach, positiv.



Die Neigungen der Hauptschwingungsrichtungen zu den Normalen auf (001) und (100) sind:

$$(001)b = 46^{\circ}53\frac{1}{2}', (100)c = 26^{\circ},$$

daher das optische Orientierungsschema ¹:

$$(001)ac = 43^{\circ}6\frac{1}{2}'.$$

¹ Diese Ber. 34. Bd. 1859. S. 140.

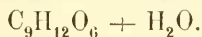
Der Winkel der optischen Axen (in Öl) $AB = 70^{\circ}33'$ im Mittel aus 20 Messungen, $\rho < v$. Eine horizontale Dispersion konnte nicht mit voller Sicherheit nachgewiesen werden.

Von den Formen des Kampfersäure-Anhydrits unterscheiden sich jene der Kampfersäure durch das Krystallsystem; abgesehen von dieser wesentlichen Differenz, liesse sich, da beide Verbindungen durch mehrere circa 60° messende Kanten charakterisirt sind, eine gewisse Ähnlichkeit finden, wenn man bei den Krystallen des Kampfersäure-Anhydrits die Kante qq vertical und vorne stellt, dann entsprechen sich:

Kampfersäure	Kampfersäure-Anhydrit
$cb = 90^{\circ} - '$	$ac = 90^{\circ} - '$
$qb = 62\ 55^1$	$rc = 59\ 51$
$pp' = 62\ 45$	$qq = 60\ 26$

Die Krystalle der Kampfersäure sind goniometrisch zunächst verwandt der zweiten Form der Oxykamphoronsäure, Spaltbarkeit und optisches Verhalten sind verschieden.

Oxykamphoronsäure.²



Diese Verbindung ist *d i m o r p h*; die beiden Formen gehören dem monoklinen Systeme an, sie sind goniometrisch nahe verwandt, zum Theile selbst übereinstimmend, aber verschieden bezüglich der Spaltbarkeit und der optischen Eigenschaften, so wie auch äusserlich durch Zahl und Entwicklung der Flächen different. Die beiden Modificationen der Oxykamphoronsäure wurden von Kachler auf völlig gleichem Wege dargestellt; die Krystalle der ersten, bereits durch Ditscheiner³ bestimmten Form wurden gleichzeitig mit solchen der zweiten Form im Winter erhalten, während sich Krystalle der zweiten Form allein, nur zur Sommerszeit bildeten.

¹ $q(011)$ an der Kampfersäure nicht beobachtet.

² Diese Ber. 64. Bd. 1871, 2 Abth., S. 139.

³ A. a. O.

(A.) Erste Form. Krystallsystem monoklin (Fig. 4—5).

$$a : b : c = 0.7471 : 1 : 0.4904$$

$$ac(\pi) = 86^{\circ}50'.$$

Die beobachteten Flächen sind:

$$c(001) \cdot a(100) \cdot b(010) \cdot s(205) \cdot r(\bar{1}01) \cdot \pi(120).$$

$$0P \quad \infty P_{\infty} \quad \infty P_{\infty} \quad -\frac{2}{5}P_{\infty} \quad P_{\infty} \quad \infty P_2.$$

An vor einigen Jahren dargestellten Krystallen fand ich die Kantenwinkel übereinstimmend mit Ditscheiner's Angaben; da sich dieselben ohne Zweifel auf verlässlichere und zahlreichere Beobachtungen beziehen, als ich an den mir vorliegenden, längere Zeit aufbewahrten Krystallen anstellen konnte, wurden die von Ditscheiner ermittelten Elemente angenommen, nur ist mit Rücksicht auf die zweite Form der Oxykamphoronsäure und die Krystalle der übrigen Verbindungen die Klinodiagonale (a) mit dem halben Werthe und demnach $\pi = (120)$ gesetzt worden.

Die Krystalle sind entweder säulenförmig in der Richtung der Orthodiagonale (b), oder tafelig durch vorwaltende Entwicklung des Orthopinakoides; die frei ausgebildeten sind rechts und links gleichmässig durch (120) begrenzt.

Ich entnehme folgende goniometrische Daten den Angaben Ditscheiner's.

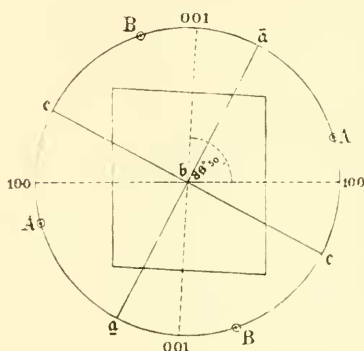
	Berechnet	Gemessen
$c(001) : a(100)$	$86^{\circ}50$	$86^{\circ}54$ ($86^{\circ}49$) <i>Zeph.</i>
$'a(\bar{1}00)$	—	$93 \cdot 10^*$
$s(205) : a(100)$	$72 \cdot 21$	—
$c(001)$	$14 \cdot 29$	—
$r(\bar{1}01) : 'a(\bar{1}00)$	$58 \cdot 57$	$58 \cdot 50$ ($58 \cdot 55$)
$s(205)$	$48 \cdot 42$	—
$c(001)$	—	$34 \cdot 13^*$ ($34 \cdot 19$)
$\pi(120) : a(100)$	$56 \cdot 10$	$56 \cdot 9$ ($56 \cdot 11$)
$b(010)$	$33 \cdot 50$	$33 \cdot 59$
$c(001)$	$88 \cdot 14$	$88 \cdot 6$
$s(205)$	$80 \cdot 17$	$80 \cdot 29$
$'\pi(\bar{1}20)$	—	$67 \cdot 40^*$
$'\pi(\bar{1}20) : 'r(\bar{1}01)$	$73 \cdot 10$	—

Parallel (001) und (100) beobachtete ich eine vollkommene Spaltbarkeit c ; (001) kommt an der zweiten Form der Oxykamphoronsäure weder als Krystall- noch als Spaltfläche vor.

Die Symmetrie-Ebene ist die Ebene der optischen Axen (A, B), deren spitze Bissectrix (\bar{a}) im stumpfen Winkel der Krystallaxen ac liegt. Die Doppelbrechung ist schwach negativ.

Die Neigungen der Hauptschwingungs-Richtungen zu den Normalen auf 001 und 100 ergaben sich $(001)\bar{a} = 24^\circ 50'$, $(100)c = 28^\circ$; das Orientierungsschema¹ ist demnach:

$$(001)\bar{b}\bar{a} = 24^\circ 50'.$$



Der Winkel der optischen Axen in Öl (16 Messungen), $AB = 88^\circ 34'$, $\rho < r$. Geneigte Dispersion schwach, aber deutlich nachzuweisen.

Die Neigungen der optischen Axen zu den Normalen auf 001 und 100 in Öl sind: $(001)B = 19^\circ 27'$, $(100)A = 17^\circ 26'$. Spaltlamellen nach (001) und (100) zeigen daher im Polarisations-Apparate je ein Axenbild, welches in (Luft) unter circa 36° und 27° seitlich von der Platten-Normale liegt.

(B) Zweite Form. Krystallsystem monoklin (Fig. 6—7).

$$a : b : c = 0.7725 : 1 : 0.6406.$$

$$ac(\alpha) = 72^\circ 21'.$$

Beobachtete Flächen:

$$s(001) \cdot a(100) \cdot b(010) \cdot q(011) \cdot r(\bar{1}01) \cdot p(110) \cdot \pi(120) \cdot \sigma(\bar{1}11).$$

$$0P \quad \infty P \infty \quad \infty P \curvearrowright \quad P \infty \quad P \infty \quad \infty P \quad \infty P^2 \quad P$$

Durch das vorwaltende Pinakoid tafelige Krystalle, welche seitlich stets von ungleichen Flächen begrenzt werden, indem (010), (110) und (120) an den Endpunkten der Orthodiagonale hemimorph entwickelt sind. In der Mehrzahl der Fälle treten

¹ Diese Ber. 34, Bd. 1859, S. 140.

links $0\bar{1}0$ (b') und rechts 120 und $\bar{1}20$ (π , π') auf, die entgegengesetzte Lage dieser Flächen, wurde nur an 2 Krystallen unter 44 gemessenen, beobachtet. Stets hemimorph sind gleichfalls ($\bar{1}11$) und das seltene Prisma (110) , von welchen nur die linken Flächen $\bar{1}\bar{1}1$, $1\bar{1}\bar{1}$, $\bar{1}\bar{1}0$, $1\bar{1}0$ (o' , o' , p' , p') erscheinen. Das Klinodoma (011) kommt vollzählig oder nur mit seinen linken Flächen $0\bar{1}\bar{1}$ (q') vor.

Asymmetrie und Flächenreichtum sind für diese Krystalle bezeichnend, im Vergleiche mit jenen der Oxykamphoronsäure, erster Form, für welche wieder die als Krystall- und Spaltfläche auftretende gegen a fast rechtwinklig geneigte c charakteristisch ist. An beiden Modificationen sind aber die Neigungen der gleichsinnigen Flächen s , r , und π auffallend ähnliche.

Die in den Combinationen vorwaltenden $a(100)$, $s(001)$ und $b(010)$ gaben häufig doppelte Fadenkreuz-Reflexe, von $\pi(120)$ wurden solche fast immer erhalten. Auch in den Fällen einfacher Reflexe ist bezüglich der Kanten $100:010$ und $001:010$ zu bemerken, dass unter den 29 und 24 Messungen derselben keine den Werth von 90° ergab und die Schwankungen sich innerhalb der Grenzen $89^\circ 20' - 91^\circ 10'$ für $100:010$ und $89^\circ 39' - 90^\circ 54'$ für $001:010$ bewegten; die Lage der ungleichen Kanten war hierbei eben so oft dem triklinen Systeme entsprechend als nicht, und wurde demnach aus sämtlichen Beobachtungen das Mittel genommen.

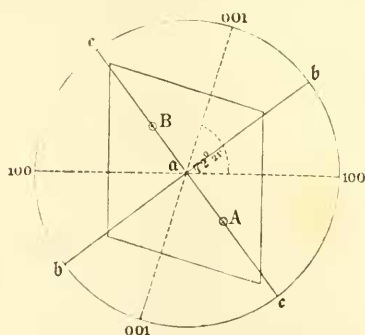
Die Resultate der Messungen sind folgende:

	Berechnet	Gemessen		
		Mittel	Z	Grenzwerte
$a(100) : b(010)$	$90^\circ 0'$	$90^\circ 3'$	29	$89^\circ 20' - 91^\circ 10'$
$s(001) : a(100)$	—	$72 21$	29	$72 14 - 72 38$
$b(010)$	$90 0$	$90 1$	24	$89 39 - 90 54$
$q(011) : a(100)$	$75 0$	$75 1$	3	$74 59 - 75 9$
$b(010)$	—	$58 36$	15	$58 19 - 58 58$
$s(001)$	$31 24$	$31 13$	18	$30 40 - 31 41$
$r(\bar{1}01) : a(\bar{1}00)$	$61 6$	$61 7$	8	$60 57 - 61 15$
$b(010)$	$90 0$	$90 3$	1	— — —
$s(001)$	—	$46 33$	13	$46 22 - 46 43$
$p(\bar{1}10)$	$67^\circ 3' 41''$	—	—	— — —
$\pi(120)$	$74 14 36$	—	—	— — —

	Berechnet	Gemessen		
		Mittel	Z	Grenzwerte
$p(110) : a(100)$	36°21'24''	36°12½'	2	36°10' — 36°15'
$b(010)$	53 38 36	53 30	2	53 28 — 53 32
$s(001)$	75 52	75 38	1	— — —
$\pi(120) : a(100)$	55 48 47	55 52	25	54 55 — 57 8
$b(010)$	34 11 13	—	—	— — —
$s(001)$	80 11 27	—	—	— — —
$p(110)$	19 27 23	—	—	— — —
$\pi(120)$	68 22 26	68 13	1	— — —
$'a(\bar{1}11) : 'a(100)$	65 4 9	65 7	4	64 52 — 65 27
$b(010)$	60 43 1	60 35	4	60 12 — 60 53
$s(001)$	53 8 30	53 5	2	52 29 — 53 12
$q(011)$	39 55 46	39 54	1	— — —
$'r(\bar{1}01)$	29 16 59	29 22	4	29 0 — 29 36
$'p(\bar{1}10)$	50 59 30	51 0	1	— — —
$'o(\bar{1}11)$	58 33 58	—	—	— — —

Nach (100) sind die Krystalle vollkommen, nach (010) weniger gut spaltbar.

Die Ebene der optischen Axen und die spitze Bissectrix (α) stehen senkrecht auf der Symmetrie Ebene; die zweite Mittellinie fällt in den spitzen Winkel der Krystallaxen ac . Doppelbrechung schwach, negativ.



Die Neigungen der Hauptschwingungsrichtungen zu den Normalen auf 001 und 100 sind: $(001)b = 35^\circ 21'$, $(100)c = 53^\circ$, demnach ist das Orientierungsschema:

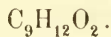
$$(001)ac = 54^\circ 39'.$$

Der Winkel der optischen Axen (in Öl) $AB = 85^\circ 7'$ aus 14 Beobachtungen, $\rho < v$. Gekreuzte Dispersion undeutlich. Spaltlamellen nach (100) zeigen daher, zum Unterschiede von jenen aus den Krystallen der ersten Form, auf dem Tische des Polarisationsapparates, kein Axenbild.

Die Ähnlichkeiten und Unterschiede der beiden Gestaltungs-Modifikationen der Oxykamphoronsäure ergeben sich aus nachfolgender Vergleichung.

Erste Form	Zweite Form
monoklin $a : b : c = 0.7471 : 1 : 0.4904$ ¹ $ac = 86^{\circ}50'$	monoklin $a : b : c = 0.7725 : 1 : 0.6406$ $ac = 72^{\circ}21'$
$s(205) : a(100) = 72^{\circ}21'$ $'r(\bar{1}01) : 'a(\bar{1}00) = 58 \ 57$ $s(205) = 48 \ 42$ $\pi(120) : a(100) = 56 \ 10$ $s(205) = 80 \ 17$ $'\pi(\bar{1}20) : 'r(\bar{1}01) = 73 \ 10$	$s(001) : a(100) = 72^{\circ}21'$ $'r(\bar{1}01) : 'a(\bar{1}00) = 61 \ 6$ $s(001) = 46 \ 33$ $\pi(120) : a(100) = 55 \ 49$ $s(001) = 80 \ 11 \frac{1}{2}$ $'\pi(\bar{1}20) : 'r(\bar{1}01) = 74 \ 14 \frac{1}{2}$
Spaltbarkeit: $a(100), c(001)$	Spaltbarkeit: $a(100), b(010)$
Opt. Schema: $(001)_{b\bar{a}} = 24^{\circ}50'$	Opt. Schema: $(001)_{ac} = 54^{\circ}39'$

Indifferente Verbindung.²



Krystallsystem monoklin : $a : b = 0.6835 : 1.$

Die in Wasser unlöslichen, gut messbaren Kryställchen dieser Verbindung bieten nur die Flächen :

$$a(100) . b(010) . 'r(\bar{1}01) . \pi(120)$$

$$\infty P\infty \quad \infty P\infty \quad P\infty \quad \infty P_2$$

¹ Nimmt man $s = (001)$, so wären die Elemente der ersten Form,

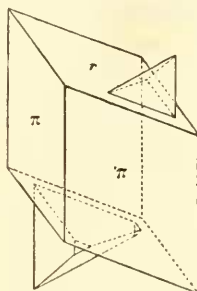
$$a : b : c = 0.7828 : 1 : 0.6864, \quad ac = 72^{\circ}21'$$

sehr genähert jenen, welche für die zweite Form gelten; es würde aber dann die Spaltfläche $c(001)$, der ersten Form die Indices (207) erhalten. — Unter den heteromorphen Körpern liefert das mellithsaure Ammon einen analogen Fall im rhomb. Systeme (s. Rammeisberg, Min. Ch. 2. Aufl. S. 48).

² Ann. d. Chem. u. Pharm., 169. Bd., S. 183.

daher die Bestimmung der Elemente unvollständig bleiben musste.

Die Indices der beobachteten Flächen wurden mit Bezug auf die Flächen ähnlicher Neigungen an der Oxykamphoronsäure erster und zweiter Form gegeben. Das Orthopinakoid erscheint nur selten an den entweder Rhomboeder-ähnlichen oder nach der Hauptaxe oder einer Kante $\pi'r$ gestreckten, im letzteren Falle durch Vorwalten des r tafeligen Krystallen. Häufig sind Berührungs- oder Durchwachsungs-Zwillinge, bei welchen die Normale von (100) Zwillingsaxe ist. Manche Krystalle zeigen nur an dem einen Ende der Hauptaxe Zwillingsbildung und haben, wenn die r der beiden Individuen sich mit ausspringender Kante



berühren, das Aussehen einfacher Krystalle.

Die Combination correlater Messungen der Kanten πb , $\pi'\pi$, $\pi\pi'$ und $r\pi$, $r'\pi$ an 28 Krystallen ergibt aus je 42 Messungen als Grundwerthe der Rechnung:

$$r(\bar{1}20) : b(010) = 40^\circ 37' 10''$$

$$r(\bar{1}20) : r'(\bar{1}01) = 70 \quad 7 \quad 30.$$

	Berechnet	Gemessen		
		Mittel	Z	Grenzwerte
$r'(\bar{1}01) : a(\bar{1}00)$	58°31'10''	—	—	— — —
$b(010)$	90 0 0	80°59½'	3	89°57' — 90° 1'
$\pi(\bar{1}20)$	70 7 30	70 7	20	70 0 — 70 18
$\pi(120) : a(100)$	49 22 50	49 20	1	— — —
$b(010)$	40 37 10	40 35½'	12	40 29 — 40 40
$r'(\bar{1}01)$	109 52 30	109 52	22	109 41 — 110 2
$\pi'(1\bar{2}0)$	98 45 40	98 43¾'	14	98 33 — 98 55
$\pi(120)$	81 14 20	81 15½'	16	81 4 — 81 26
$r'(\bar{1}01) : r'(\bar{1}01)$ ¹	62 57 36	63 1	5	62 58 — 63 5

¹ Zwillingskante.

Die Krystalle sind ziemlich gut spaltbar nach $(\bar{1}01)$; eine optische Untersuchung war durch ihre zu geringen Dimensionen verhindert. Spaltlamellen nach $(\bar{1}01)$ zeigen im Polarisations-Apparate kein Axenbild.

Hydro-Oxykamphoronsäure¹.



Krystallsystem triklin (Taf. II, Fig. 8—11).

$$a : b : c = 0.6619 : 1 : 0.6975.$$

Winkel der Axen im ersten Octanten (vorne, oben, rechts)

$$cb(\xi) = 85^\circ 9' 23''; \quad ca(\eta) = 107^\circ 52' 17''; \quad ab(\zeta) = 90^\circ 53' 58''.$$

Normalenwinkel der Axen-Ebenen:

$$001 : 010 = 94^\circ 48'; \quad 001 : 100 = 72^\circ 8\frac{1}{2}'; \quad 100 : 010 = 90^\circ 37'.$$

Beobachtete Flächen:

$$a(100) \cdot q(011) \cdot q'(0\bar{1}1) \cdot o(\bar{1}11) \cdot e(122) \cdot e'(\bar{1}\bar{1}2) \cdot i(148).$$

$$\infty P_\infty \quad P_\infty \quad 'P_\infty \quad ,P \quad ,P_2 \quad P_2 \quad \frac{1}{2}P_4$$

Spaltbarkeit findet nach 4 Richtungen mit ungleicher Güte statt, und zwar nach:

$$q'(0\bar{1}1), \quad l(1\bar{4}0), \quad e(\bar{1}22), \quad a(100).$$

Durch die gewählte Aufstellung erscheinen im Vergleiche mit der zweiten Form der Oxykamphoronsäure an beiden Körpern die Flächen ähnlicher Neigung ($abcqo$) mit gleichen Indices und lassen sich demnach auch die Elemente unmittelbar vergleichen.

Vorwiegend werden die Krystalle von den beiden Brachyhemidomen $q'(0\bar{1}1)$, $q(011)$ und dem Makropinakoide $a(100)$ begrenzt und sind gewöhnlich nach der Kante qa prismatisch ausgedehnt. Zwei Kanten dieser Combination werden oft von den Flächenpaaren $e'(\bar{1}22)$ und $e(\bar{1}22)$ abgestumpft; seltener

¹ Ber. d. deutsch. chem. Ges. zu Berlin, 1874, S. 1728.



erscheint $'o(\bar{1}11)$, sowie die Abstumpfung einer Ecke durch $i(148)$. In den Fig. 9 und 10 sind die Flächen $l'(1\bar{4}0)$, welche nur durch Spaltung zu erhalten waren, angedeutet; Fig. 11 stellt eine Spaltform dar.

Durch die Neigungen der drei vorwaltenden Flächenpaare:

$$q'(0\bar{1}1) : a(100) = 75^{\circ}24'40''$$

$$q(011) : a(100) = 74^{\circ}56'40''$$

nähern sich die Krystalle monosymmetrischen Formen¹; die constante Differenz jener beiden Winkel, sowie das einseitige Auftreten von Spaltrichtungen erwiesen jedoch den asymmetrischen Charakter der Substanz.

Es wurden 29 Krystalle gemessen, deren Flächen im Allgemeinen gut spiegelten, nur die seltene i , in der Zone $l'q'l$ liegend, zeigten sich wenig glänzend und gewölbt; ihre Indices (148) wurden aus sehr ungenauen Beobachtungen berechnet. Die oben angegebenen Flächen der Spaltbarkeit sind nach ihrer Güte geordnet; die vollkommensten Spaltflächen $q'(0\bar{1}1)$ sind stets mit Rissen parallel den Tracen der Spaltbarkeit nach $l'(1\bar{4}0)$ und $'e(\bar{1}22)$ versehen; die e' sind stufig bis faserig.

Die Berechnung der Kantenwinkel gründet sich auf die folgenden Messungs-Mittelwerthe:

$$0\bar{1}1 : 100 = 75^{\circ}24'40'' \quad (Z) \quad 40$$

$$011 : 100 = 74 \quad 56 \quad 40 \quad 22$$

$$0\bar{1}1 : 011 = 67 \quad 6 \quad 20 \quad 29$$

$$0\bar{1}1 : 1\bar{4}0 = 49 \quad 34 \quad 20 \quad 23$$

$$0\bar{1}1 : \bar{1}22 = 73 \quad 50 \quad — \quad 13$$

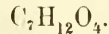
¹ An der Oxykamphoronsäure $q'a=qa = 75^{\circ}0'$.

	Berechnet	Gemessen		
		Mittel	Z	Grenzwerte
(001) : a(100)	72° 8' 25''	—	—	— — —
(010)	94 47 58	—	—	— — —
a(100) : (010)	90 37 1	—	—	— — —
q(011) : a(100)	74 56 40	74° 55 1/5	10	75° 34' — 75° 10'
'a(100)	105 3 20	105 2	12	104 50 — 105 32
(010)	59 47 11	—	—	— — —
(001)	35 0 47	—	—	— — —
q'(011) : a(100)	75 24 40	75 23 3/4	21	75 18 — 75 37
'a(100)	104 35 20	104 34 1/2	19	104 20 — 104 50
(010)	53 6 29	—	—	— — —
(001)	32 5 33	—	—	— — —
q'011)	67 6 20	67 6 1/4	29	66 40 — 67 52
l'(140) : a(100)	67 53 51	67 33	3	67 30 — 67 38
(010)	21 29 8	—	—	— — —
'(q011)	49 34 20	49 34 1/3	23	49 19 — 49 54
l'(140) : q(011)	68 12 54	68 30 1/2	2	68 30 — 68 31
'o(111) : 'a(100)	56 0 7	55 48	1	— — —
(010)	63 51 41	—	—	— — —
q'011)	49 3 13	—	—	— — —
q'(011)	82 7 37	82 7 1/2	4	82 3 — 82 13
l'(140)	52 11 55	51 59	1	— — —
'e(122) : 'a(100)	78 33 —	78 14	6	78 2 — 78 40
(010)	58 57 16	—	—	— — —
q(011)	26 30 20	26 38	7	26 24 — 27 8
q'(011)	73 50 —	73 50	13	73 25 — 74 4
l'(140)	56 35 40	56 34 1/2	4	56 33 — 56 38
'o(111)	22 32 53	22 27	2	22 15 — 22 38
'e'(122) : 'a(100)	80 2 53	79 52 1/2	7	79 41 — 80 10
(010)	52 40 24	—	—	— — —
q'(011)	24 32 22	24 44 1/2	7	24 39 — 24 54
l'(140)	60 5 48	—	—	— — —
'o(111)	67 42 17	67 29	3	67 25 — 67 32
'e(122)	68 22 20	68 8	2	68 7 — 68 9
z(148) : a(100)	66 7 9	66 44	1 a	— — —
q(011)	18 3 53	17 4	1 „	— — —
l'(140)	93 43 13	94 57	1 „	— — —

Die optische Untersuchung gab folgende Resultate. Doppelbrechung schwach, negativ. Die Hauptschwingungsrichtungen sind in allen Flächen geneigt gegen die Kanten. Die Ebene der

optischen Axen schliesst mit der stumpfen Kante $q'a$ einen Winkel von 63° ein und liegt nahezu parallel zur Kante $q'l'$. Die spitze Bissectrix fällt in den linken, oberen Octanten und ist zur Normale auf q' unter circa 24° nach vorne geneigt. Der Winkel der optischen Axen in Öl ist 75° im Mittel von 16 Messungen. Die Dispersion der Axen ist eine gekreuzte, verbunden mit der geneigten.

Pimelinsäure¹



Krystallsystem triklin (Taf. II, Fig. 12—13, Taf. III, Fig. 14).

$$a : b : c = 0.4971 : 1 : 0.5992.$$

Winkel der Axen im ersten Octanten (vorne, oben, rechts):

$$cb(\xi) = 81^\circ 50' 10''; \quad ca(\eta) = 100^\circ 1' 34''; \quad ab(\zeta) = 85^\circ 6' 16''.$$

Normalen-Winkel der Axen-Ebenen:

$$001 : 010 = 99^\circ 12'; \quad 001 : 100 = 79^\circ 7'; \quad 100 : 010 = 96^\circ 29'.$$

Beobachtete Formen:

$$a(100) \cdot b(010) \cdot c(001) \cdot q(011) \cdot q'(0\bar{1}1) \cdot y'(0\bar{2}1) \cdot r(\bar{1}01) \\ \infty P_\infty \quad \infty P_\infty \quad 0P \quad P'_\infty \quad 'P_\infty \quad 2'P_\infty \quad P'_\infty$$

Die wasserhellen Kryställchen, welche sich aus dicken Pimetyl-Phenolechlorid-Lösungen nach langem Stehen gebildet hatten, sind nach der brachydiagonalen, seltener nach der makrodiagonalen Nebenaxe prismatisch entwickelt; im letzteren Falle erscheinen sie als feine Nadeln oder dünne langgestreckte Täfelchen. Das Hemidoma $(\bar{1}01)$ ist stets untergeordnet, $(0\bar{2}1)$ wurde nur einmal beobachtet. Nicht selten treten zwischen $(0\bar{1}1)$ und (100) , oder zwischen (011) und (100) , oder gleichzeitig an beiden Stellen, sehr stark gewölbte Flächen auf, welche unbestimmbaren Pyramiden angehören und eine unsymmetrische Zuspitzung an den Enden der brachydiagonalen Säulehen bewirken. Auch die Hemidomen (011) und $(0\bar{1}1)$ sind oft convex

¹ Ann. d. Chem. u. Pharm., 169, Bd., S. 168.

gekrümmt und überhaupt im Vergleiche mit den übrigen Flächen, welche zuweilen das Fadenkreuz reflectirten, am wenigsten zu genauen Messungen geeignet. Das basische Pinakoid gab häufig doppelte Reflexe. Ausnahmsweise wurden Zwillinge beobachtet mit (001) als Zwillingsebene; ich fand bei zwei Messungen übereinstimmend, die Zwillingsskante $a(a) = 21^{\circ}31'$ (ber. $21^{\circ}46'$).

Die in der Tabelle verzeichneten Bestimmungen beziehen sich auf 24 Krystalle; durch Combination correlater Winkel wurden für die Berechnung die folgenden Grundwerthe erhalten:

$$001 : 010 = 99^{\circ}12' (Z)34$$

$$001 : 100 = 79 \quad 7 \quad 50$$

$$100 : 010 = 96 \quad 29 \quad 24$$

$$001 : 011 = 32 \quad 51 \quad 24$$

$$\bar{1}00 : \bar{1}01 = 44 \quad 14 \quad 36$$

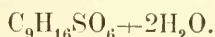
	Berechnet	Gemessen		
		Mittel	Z	Grenzwerte
$c(001) : a(100)$	79°7' —"	79° 4'	18	78°39' — 79°36'
$'a(\bar{1}00)$	100 53 —	100 56	14	100 18 — 101 45
$b(010)$	99 12 —	99 12 $\frac{1}{3}$	8	98 56 — 99 14
$b'(0\bar{1}0)$	80 48 —	80 43	13	80 11 — 81 9
$a(100) : b(010)$	96 29 —	96 28	12	96 1 — 97 15
$b'(0\bar{1}0)$	83 31 —	83 30 $\frac{1}{2}$	12	82 58 — 83 45
$q(011) : a(100)$	83 30 9	—	—	— — —
$b(010)$	66 21 —	66 18	11	66 0 — 66 39
$c(001)$	32 51 —	32 48	15	32 30 — 32 58
$q'(0\bar{1}1) : a(100)$	78 6 38	—	—	— — —
$b'(0\bar{1}0)$	52 41 52	52 38	4	52 33 — 52 45
$c(001)$	28 6 8	28 14	8	28 2 — 28 37
$q(011)$	60 57 8	61 3	1	— — —
$y'(0\bar{2}1) : b'(0\bar{1}0)$	36 17 30	—	—	— — —
$c(001)$	44 30 30	44 13	1	— — —
$'r(\bar{1}01) : 'a(\bar{1}00)$	44 14 —	14 9	21	43 47 — 44 26
$b(010)$	91 0 15	91 14	1	— — —
$b'(0\bar{1}0)$	88 59 45	88 48	1	— — —
$c(001)$	56 39 —	56 37 $\frac{1}{3}$	16	56 0 — 57 31
$q(011)$	59 57 58	60 10	1	— — —
$q'(0\bar{1}1)$	63 10 8	63 4	2	62 50 — 63 18

Die Pimelinsäure wurde bereits von Ditscheiner gemessen und beziehen sich nach Kachler's Mittheilung seine Angaben¹ auf das von derselben Darstellung stammende Materiale, welches mir vorgelegen. Unsere Bestimmungen weichen aber nicht unbedeutend von einander ab; die grösste Differenz zeigt sich bei der Kante 100 : 010, die Ditscheiner 98°54' (98°20' gem.) angibt, während ich im Mittel aus je 12 Messungen der Kanten 100 : 010 und 100 : 010 die Werthe 96°28' und 96°29½' erhielt; die Grenzwerte der sämtlichen Beobachtungen sind 96°1' bis 97°15'; — die Bestimmungen Ditscheiner's, bei welchen man überhaupt Daten vermisst, aus denen sich die Verlässlichkeit der Beobachtungen beurtheilen liesse, wurden demnach für die bezeichnete Kante bei keiner meiner Messungen annähernd erreicht².

Die Krystalle sind vollkommen spaltbar parallel dem Makropinakoide a und dem Makrohemidoma r .

Die optische Untersuchung, soweit dieselbe an den kleinen Krystallen möglich war, ergab, dass die Hauptschwingungsrichtungen auf allen Flächen schief gegen die Kanten liegen; die Trace der optischen Axenebene bildet auf dem Makropinakoide mit der stumpfen Kante ca einen Winkel von 59½° und ist der Winkel der optischen Axen in Öl circa 70°, die positive, spitze Bissectrix fällt in den rechten, oberen Octanten. Ein Axenbild zeigt sich (in Luft) unter circa 17½° zur Normale auf (100).

Sulphokamphylsäure.



Krystallsystem triklin (Taf. III, Fig. 15, 16).

$$a : b : c = 0.8515 : 1 : 0.7590.$$

Winkel der Axen im ersten Octanten (vorne, oben, rechts):

$$cb(\xi) = 82^\circ 38\frac{1}{2}'; \quad ca(\tau) = 121^\circ 10'; \quad ab(\zeta) = 111^\circ 36'.$$

¹ A. a. O.

² Auch die von Ditscheiner angegebenen Elemente der Pimelinsäure $a : b : c = 1 : 0.6459 : 0.6144$, $xy = 73^\circ 22$, $xz = 82^\circ 46$, $yz = 98^\circ 5'$ stimmen nicht mit meinen Resultaten; von Ditscheiner's berechneten Winkeln ausgehend, erhielt ich $a \cdot b \cdot c = 1 : 0.4966 : 0.5968$.

Normalen-Winkel der Axen-Ebenen:

$$001:010 = 85^{\circ}30'; \quad 001:100 = 59^{\circ}20'; \quad 100:010 = 69^{\circ}10'.$$

Beobachtete Flächen:

$$a(100) \cdot b(010) \cdot c(001) \cdot g'(0\bar{3}1) \cdot \omega(\bar{3}31).$$

$$\infty P_{\infty} \quad \infty P_{\infty} \quad 0P \quad 3P_{\infty} \quad 3P$$

Die angegebenen Elemente wurden aus grösstentheils ungenauen Messungen abgeleitet und haben daher nur approximativen Werth. Fig. 16 gibt die Form der sechs- oder vierseitig rhomboëdischen Täfelchen, deren Seitenflächen sehr selten eine hinreichende Ebenheit oder Ausdehnung besitzen, um eine sichere Einstellung zu gestatten; die ω -Flächen zeigten sich aber stets convex und liessen in keinem Falle eine genügende Beobachtung zu. Durch wiederholte Umkrystallisirung der sehr leicht in Wasser löslichen Säure erhielt ich ω stets mit der erwähnten ungünstigen Beschaffenheit, auch fehlten diese Flächen zuweilen gänzlich, während die mit g und b bezeichneten meist gleichzeitig, aber mit wechselnder Breite ausgebildet waren. Nach Ph. Walter krystallisirt die Sulphokamphylsäure in „farblosen, sechsseitigen Prismen“.¹

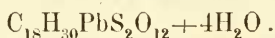
Die Ergebnisse der unsicheren Bestimmungen an 25 Krystallen sind die folgenden:

	Berechnet	Gemessen		
		Mittel	Z	Grenzwerte
$c(001) : a(100)$	—	59°20	26	58° 5' —60°27'
$a(100)$	120°40'	—	—	— — —
$b(010)$	—	85 30	24	84 15 —86 31
$b'(0\bar{1}0)$	94 30	—	—	— — —
$a(100) : b(010)$	—	69 10	11	68 20 —69 56
$b'(0\bar{1}0)$	110 50	—	—	— — —
$g'(0\bar{3}1) : a(100)$	83 59	83 31	4	83 10 —83 52
$b'(0\bar{1}0)$	26 18	26 36	6	26 2 —27 49
$c(001)$	—	68 12	11	67 37 —68 43
$\omega(\bar{3}31) : a(100)$	51 53	49 46	10	47 49 —53 57
$b(010)$	64 10	65 59	3	63 16 —67 24
$c(00\bar{1})$	—	78 50	14	74 26 —82 36

¹ Ann. d. Chem. u. Pharm. 1843, 48. Bd., S. 248.

Die gelblichbraun gefärbten, pelluciden Täfelchen sind unvollkommen spaltbar nach dem Makropinakoiden. Im Stauroskop zeigen sich die beiden Hauptschwingungsrichtungen keiner der die Basisfläche begrenzenden Kanten parallel; im Mittel mehrerer Messungen ergaben sich die Winkel derselben mit 001 : 100 annäherungsweise 15° und 75° . Durch (001) sieht man kein Axenbild.

Saures sulphokamphylsaurer Blei.¹



Krystallsystem rhombisch (Fig. 17—19):

$$a : b : c = 0.7228 : 1 : 0.8080.$$

Beobachtete Formen:

$$b(010) \cdot c(001) \cdot q(011) \cdot g(031) \cdot \rho(102) \cdot o(111) \cdot \omega(112) \cdot u(234) \cdot \\ \infty P_\infty \quad oP \quad P_\infty \quad 3P_\infty \quad \frac{1}{2}P_\infty \quad P \quad \frac{1}{2}P \quad \frac{3}{4}P_{\frac{3}{2}}$$

Wasserhelle demantartig glänzende, brachydiagonal gestreckte Täfelchen mit vorwaltendem $b(010)$, $q(011)$, $u(234)$ und $o(111)$, Fig. 19²; die übrigen Formen sind sehr untergeordnet $c(001)$ und $g(031)$ erscheinen nur ausnahmsweise; an einem Kryställchen fand sich ober ρ in der Zone ρc eine sehr kleine Fläche, wahrscheinlich (103). Fig. 19 stellt eine Combination aller beobachteten Formen dar. Durch ungleiche Entwicklung der o und u , welche stets zusammen, und die letzteren in grösserer Ausdehnung auftreten, nehmen die Krystalle nicht selten einen monosymmetrischen Habitus an.

Für die Aufstellung war die Richtung der spitzen Bissectrix der optischen Axen, welche als Verticalaxe angenommen wurde, bestimmend; die Wahl von o als (111) gibt einfachere Flächen-Indices im Vergleich mit u als (111), auch entsprechen im ersten Falle die Axenlängen besser jenen der vorangehenden Verbindungen; um den Vergleich mit derselben zu erleichtern, wurde

¹ Ann. d. Chem. u. Pharm., 169. Bd. S. 180

² Fig. 18 und 19 sind mit vertical gestellter Brachydiagonale (a) gezeichnet, da bei dieser Stellung der Habitus der Formen in den Bildern erhalten bleibt.

hier gleichfalls die Brachydiagonale als erste (a) und die Makrodiagonale als zweite (b) Nebenaxe bezeichnet.

Ungeachtet der scheinbar vorzüglichen Flächenbeschaffenheit und des hochgradigen Glanzes der Kryställchen, erwiesen sich doch nur die u -Flächen, zu genaueren Messungen geeignet; auf q und b zeigten sich stets mehrfache Reflexe und ergaben sich daher ansehnliche Differenzen in den bezüglichen Bestimmungen. Es wurde demnach die Berechnung gegründet auf die Messungen der Kanten uu' ($234:2\bar{3}4$) und uu ($234:23\bar{4}$), welche in der Zahl von 15 und 11 an 18 Krystallen erhalten wurden.

	Berechnet	Gemessen		
		Mittel	Z	Grenzwerte
$q(011): b(010)$	$51^\circ 3' 42''$	$50^\circ 18'$	18	$48^\circ 43' - 51^\circ 13'$
$c(001)$	38 56 18	39 35	2	39 5 — 40 5
$q'(0\bar{1}1)$	77 52 36	79 23	11	78 16 — 81 6
$g(031): b(010)$	22 25 5	22 46	a 1	— — —
$g'(0\bar{3}1)$	135 9 50	—	—	— — —
$q(011)$	28 38 37	28 2	a 4	27 21 — 28 48
$\rho(102): c(001)$	29 12 9	—	—	— — —
$\varphi(102)$	121 35 42	121 33	1	— — —
$o(111): (100)$	48 59 33	—	—	— — —
$b(010)$	61 41 18	61 34	6	61 14 — 61 58
$c(001)$	54 3 30	—	—	— — —
$q(011)$	41 0 27	40 57	2	40 42 — 41 7
$o'(\bar{1}\bar{1}1)$	56 37 24	56 48	4	56 32 — 56 58
$o(\bar{1}\bar{1}1)$	71 53 0	71 56	1	— — —
$o'(\bar{1}\bar{1}1)$	97 59 6	97 51	1	— — —
$\omega(112): (100)$	62 36 18	—	—	— — —
$b(010)$	70 34 29	—	—	— — —
$c(001)$	34 35 33	—	—	— — —
$\rho(102)$	19 25 31	19 22	4	18 25 — 20 0
$\omega'(\bar{1}\bar{1}2)$	38 51 2	—	—	— — —
$\omega(112)$	110 48 54	—	—	— — —
$u(234): (100)$	64 27 4	—	—	— — —
$b(010)$	62 7 20	62 2	28	61 30 — 62 24
$c(001)$	39 30 10	—	—	— — —
$q(011)$	26 36 55	26 35	6	26 21 — 26 45
$\rho(102)$	27 52 40	27 52	7	27 49 — 27 59
$u'(\bar{2}\bar{3}\bar{4})$	55 45 20	55 45 $\frac{1}{3}$	15	55 34 — 55 53
$u(\bar{2}\bar{3}\bar{4})$	100 59 40	100 59 $\frac{2}{3}$	11	100 43 — 101 16
$u'(\bar{2}\bar{3}\bar{4})$	128 54 8	128 55 $\frac{1}{2}$	2	128 41 — 129 10
$\omega(112)$	8 27 9	8 20	9	7 14 — 9 27
$o(111)$	16 44 3	16 36	4	16 26 — 16 55

Nur an zwei Krystallen (Nr. 6 und 11) waren sämtliche u -Flächen bei genügender Ausdehnung gut spiegelnd. Die Messungen ergaben:

	Nr. 6	Nr. 11	Berechnet
$u u'(234 : 2\bar{3}4) =$	$55^{\circ}44$	$55^{\circ}50$	} $55^{\circ}45\frac{1}{3}$
$\underline{u} \underline{u}'(2\bar{3}4 : 23\bar{4}) =$	$55 \ 49$	$55 \ 53\frac{1}{2}$	
$u \underline{u}(234 : 2\bar{3}4) =$	$100 \ 52$	$101 \ 3\frac{1}{2}$	} $100 \ 59\frac{2}{3}$
$u' \underline{u}'(2\bar{3}4 : 23\bar{4}) =$	$101 \ 11$	$100 \ 58$	
$u \underline{u}'(234 : 2\bar{3}4) =$	$128 \ 41$	— —	} $128 \ 54$
$\underline{u} \underline{u}'(2\bar{3}4 ; 23\bar{4}) =$	$129 \ 10$	— —	

An einem dieser Krystalle (Nr. 6) waren noch mit grösserer Genauigkeit bestimmbar:

	Berechnet
$u \rho(2\bar{3}4 : 102) =$	$27^{\circ}59$ } $27^{\circ}52\frac{2}{3}$
$u b(2\bar{3}4 : 010) =$	$61 \ 54$ } $62 \ 7\frac{1}{3}$
$u' b'(2\bar{3}4 : 0\bar{1}0) =$	$62 \ 12$ }
$u' o'(2\bar{3}4 : 1\bar{1}1) =$	$16 \ 55$ } $16 \ 44$
$\underline{u}' o'(2\bar{3}4 : 1\bar{1}\bar{1}) =$	$16 \ 28$ }

Vergleicht man die Krystalle dieses Salzes mit den monoklinen der Oxykamphoronsäure zweiter Form und der Kampfersäure, so lässt sich ungeachtet der Differenz im chemischen und Krystallisations-Typus einige morphologische Ähnlichkeit erkennen. Es entsprechen sich folgende Flächenneigungen:

Saures sulpho- kamphyls. Blei	Oxykamphoronsäure	Kampfersäure
$011:010 = 51^{\circ} \ 4'$	$011:010 = 58^{\circ}36'$	$011:010 = 62^{\circ}54\frac{3}{4}'$
$\bar{1}02:\bar{1}00 = 60 \ 48$	$\bar{1}01:\bar{1}00 = 61 \ 6$	$\bar{1}01:\bar{1}00 = 62 \ 42$
$\bar{2}34:\bar{1}00 = 64 \ 27$	$\bar{1}11:\bar{1}00 = 65 \ 4$	$\bar{1}11:\bar{1}00 = 65 \ 38\frac{1}{2}$
$\bar{2}34:010 = 62 \ 7$	$\bar{1}11:010 = 60 \ 43$	$\bar{1}11:010 = 64 \ 3\frac{1}{2}$
$\bar{2}34:\bar{1}02 = 27 \ 53$	$\bar{1}11:\bar{1}01 = 29 \ 17$	$\bar{1}11:\bar{1}01 = 25 \ 56\frac{1}{2}$
$\bar{2}34:\bar{2}\bar{3}4 = 55 \ 45$	$\bar{1}11:\bar{1}\bar{1}1 = 58 \ 34$	$\bar{1}11:\bar{1}\bar{1}1 = 51 \ 53$

Den Werthen $011 : 010$ in der obigen Übersicht sind ferner genähert die Neigungen $0\bar{1}1 : 0\bar{1}0$ der triklinen Hydro-Oxykamphoronsäure = $53^{\circ}6'$ und der Pimelinsäure = $52^{\circ}42'$.—

Die optische Untersuchung war der geringen Dimensionen der Kryställchen wegen, mit besonderen Schwierigkeiten verbunden. Die Ebene der optischen Axen ist parallel dem Braehypinakoide und die Verticalaxe spitze, negative Bissectrix; der Winkel der optischen Axe für weisses Licht = $78^{\circ}17'$. Die Dispersion der Axen ist gering und die Doppelbrechung sehr schwach.

Die im Vorgehenden mehrfach erwähnten Ähnlichkeiten und Unterschiede in den Kantenwinkeln einiger Kampferderivate sind in der folgenden Tabelle zur Übersicht gebracht. Für die erste Form der Oxykamphoronsäure wurden die Seite 17 Anmerkung¹ angegebenen Elemente angenommen.

	Kampfersäure		Oxykaphoronsäure		Indifferente Verb.		Hydro-Oxykaphoronsäure		Pimelinsäure	
	$C_{10}H_{16}O_4$		$C_9H_{12}O_6 + H_2O$		$C_9H_{12}O_2$		$C_9H_{12}O_6$		$C_7H_{12}O_4$	
<i>a</i> : <i>b</i> : <i>c</i>	monoklin 0·653 : 1 : 0·548		(I) monoklin 0·783 : 1 : 0·686		(II) monoklin 0·773 : 1 : 0·641		monoklin 0·684 : 1 : ?		triklin 0·497 : 1 : 0·599	
001 : 100	69° 7'	72° 21'	—	75 0	—	—	72° 8'	79° 7'	—	—
001 : 010	90 0	90 0	—	75 0	—	90° 0'	94 48	99 12	—	—
100 : 010	90 0	90 0	—	58 36	—	90 0	90 37	96 29	—	—
011 : 100	—	—	—	58 36	—	—	74 57	83 30	—	—
011 : 100	—	—	—	61 6	—	—	75 25	78 6½	—	—
011 : 010	—	—	—	46 33	—	—	59 47	66 21	—	—
011 : 010	—	—	—	58 36	—	—	53 6	52 42	—	—
101 : 100	62 42	58 57	58 57	61 6	—	58 31	52 ½	44 14	—	—
101 : 001	48 11	48 42	48 42	46 33	—	—	—	—	—	—
110 : 100	31 22	—	—	36 21½	—	—	—	—	—	—
110 : 001	72 16½	—	—	75 52	—	—	—	—	—	—
110 : 101	66 56¾	—	—	67 5¾	—	—	—	—	—	—
120 : 100	—	56 10	56 10	55 49	—	49 23	—	—	—	—
120 : 001	—	80 17	80 17	80 11½	—	—	—	—	—	—
120 : 101	—	73 10	73 10	74 14½	—	70 7½	—	—	—	—
111 : 100	65 38½	—	—	65 4	—	—	56 0	44 52	—	—
111 : 001	53 10	—	—	53 8½	—	—	—	—	—	—
111 : 110	54 33½	—	—	50 59½	—	—	—	—	—	—
Spaltbarkeit	101 . 111 . 010		100 . 207		100 . 010		101		011 . 140 . 122 . 100	
	101 . 111 . 010		100 . 207		100 . 010		101		101 . 100	